

## KARAKTERISTIK TURBIN ULIR PADA ALIRAN AIR SUNGAI YANG MEMILIKI HEAD RENDAH SEBAGAI PEMBANGKIT TENAGA LISTRIK

Gatot Suwoto, Bono, Yusuf Dewantoro H, Ahmad Hamim S\*, Yanuar Mahfudz

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang  
Jl. Prof. H. Sudarto, S.H., Tembalang, Semarang, 50275  
E-mail: [ahmad.hamim@Polines.ac.id](mailto:ahmad.hamim@Polines.ac.id)

### Abstrak

Turbin Ulir yang ada pada aliran air yang memiliki head Rendah Sebagai Pembangkit tenaga listrik ini bertujuan untuk menghasilkan energy listrik yang memanfaatkan potensi sumber daya air pada aliran air dengan head rendah.

Konstruksi turbin ulir memiliki sudu berdiameter 360 mm, 1 sudu-sudu, 8 daun sudu dengan panjang 1m dan memiliki diameter poros 80mm. yang dilengkapi dengan system transmisi untuk membangkitkan listrik. Pengujian dilakukan dengan variasi beban lampu disaat debit air dan kecepatan aliran air bernilai konstan. Parameter yang diukur dalam pengujian adalah debit air ( $\frac{m^3}{s}$ ), putaran turbin (rpm), putaran generator (rpm), arus listrik (A), tegangan generator (V). Hasil dari pengujian turbin ulir ini didapatkan nilai efisiensi tertinggi pada debit  $0,0462 \frac{m^3}{s}$ , kecepatan aliran air  $0,956 \frac{m}{s}$ , pada putaran turbin 169,3rpm dan daya listrik 3,2watt yaitu 15,19%.

**Kata Kunci:** Efisiensi, Energi Listrik, Pembangkit listrik, Turbin Ulir

### PENDAHULUAN

Pembangkit listrik tenaga air dalam skala kecil atau yang biasa disebut Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) adalah suatu sistem pembangkit listrik yang dapat mengubah potensi air dengan ketinggian dan debit tertentu menjadi tenaga listrik dengan menggunakan turbin dan generator. Turbin ini dapat beroperasi pada daerah yang memiliki *head* yang sangat rendah. Pada penggunaan turbin ulir ini posisinya tergantung dari kondisi *head* yang ada dilapangan[3]. Sistem seperti ini dipasang pada sungai kecil dan tidak memerlukan bendung yang besar sehingga dampaknya sangat kecil terhadap lingkungan. Sistem PLTMH secara umum persis dengan PLTA pada umumnya. Namun yang

membedakan adalah daerah kerja sistem pembangkit listrik tersebut. PLTMH dapat

Turbin air dapat beroperasi sesuai dengan perancangan sebelumnya dan bila mempunyai Daerah Aliran Sungai (DAS) yang potensial sebagai sumber air untuk memenuhi kebutuhan dalam pengoperasian Turbin air tersebut selanjutnya untuk geometri dari seluruh ulir ditentukan oleh beberapa parameter eksternal yaitu diameter sudu-sudu turbin, panjang ulir dan kemiringan [4]. Parameter-parameterlain yang mempengaruhi adalah parameter internal seperti diameter poros, jumlah sudu, dan jarak sudu. Parameter-parameter eksternal tersebut biasanya ditentukan oleh lokasi penempatan ulir dan seberapa banyak air yang akan diangkat, sementara parameter-parameter internal adalah bebas ditentukan sendiri untuk lebih mengoptimalkan atas kinerja turbin ulir. . Dalam hal ini perhitungan debit air yang akan dialirkan melalui pintu air untuk menggerakkan turbin sebagai penggerak sumber listrik merupakan suatu keharusan untuk dimiliki sehingga control air dapat dilakukan dengan baik. Mengingat masih besarnya potensi tenaga air yang belum dimanfaatkan, maka saat ini rekayasa mikrohidro sangat dibutuhkan, khususnya dalam pemanfaatan potensi pembangkit tenaga listrikmemanfaatkan sumber air yang tidak terlalu besar dengan daya yang dihasilkan oleh PLTMH antara 5kW sampai 100kW.

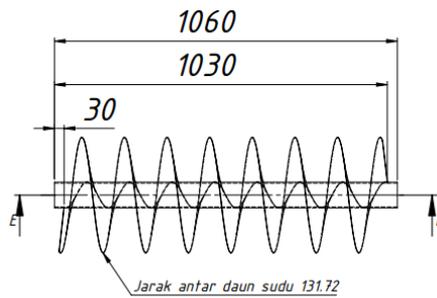
. Sehingga potensi untuk pembangkit listrik ini perlu dikembangkan. Untuk dapat mengonversi energi air tersebut diperlukan turbin khusus salah satunya turbin air tipe ulir. Prinsip kerja turbin ulir ini didasari atas sistem pompa ulir yang berfungsi mengangkat air dari sungai menuju permukaan. Turbin ulir pada dasarnya merupakan kebalikan dari pompa ulir. Air yang mempunyai head tertentu walaupun dengan debit yang rendah mampu memutar turbin ulir yang akan dihubungkan dengan generator untuk menghasilkan listrik, maka dari itu penelitian ini kami fokuskan pada karakteristi pengujian turbin ulir pada head rendah sebagai pembangkit tenaga listrik.

## **METODE PENELITIAN**

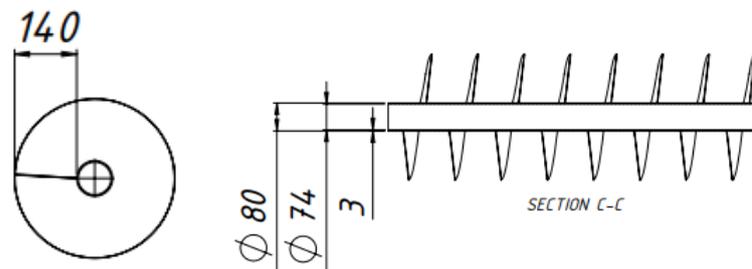
Penelitian dilakukan secara eksperimen untuk mendapatkan data penelitian, Variabel bebas dalam penelitian ini adalah putaran generator (rpm), arus yang mengalir pada rangkaian (Ampere), tegangan yang mengalir pada rangkaian (Volt),

Variable terikat dalam penelitian ini adalah kecepatan aliran air (m/s), beban lampu yang diberikan (Watt), debit air ( $m^3/s$ )

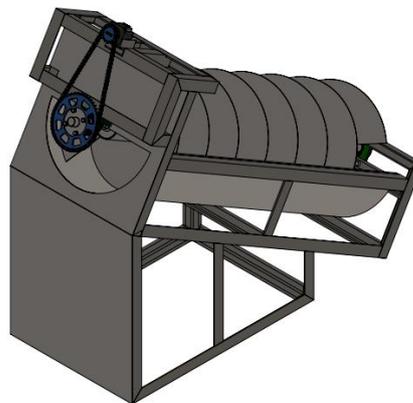
Desain turbin ulir :



Gambar 1. Sudu-Sudu Turbin dengan Daun Sudu Tunggal



Gambar 2. Sudu-Sudu Turbin dengan Daun Sudu Tunggal



Gambar 3. Turbin ulir

### Prosedur Penelitian

1. Menyiapkan semua peralatan uji yang akan digunakan baik sebagai komponen pendukung dan pengukuran seperti tachometer, amperemeter, multimeter, meteran, beban (dari beberapa lampu DC), dan kabel.
2. Mengukur kecepatan aliran air
3. Menghubungkan generator ke rectifier selanjutnya dihubungkan ke beban.

4. Menaruh turbin ulir ke sungai yang sudah ditentukan
5. Memulai pengujian dengan beban nol.
6. Mengukur kecepatan putaran pada sudu-sudu turbin dan putaran pada generator dengan menggunakan tachometer.
7. Membaca dan mencatat arus dan tegangan yang mengalir dengan menggunakan amperemeter dan voltmeter pada setiap pembebanan
8. Mengulangi langkah 6 s.d. langkah 8 untuk mengulangi pengujian dengan menggunakan beban yang lain.
9. Merapikan peralatan setelah selesai pengujian
10. Mengolah data, mencatat hasil dalam tabel, dan membuat dalam bentuk grafik karakteristik turbin ulir.

### Analisa Data

- Debit

$$Q = v \cdot A$$

$$Q = v \cdot \left( \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (D_1^2 - D_2^2) \right)$$

- Daya Hidrolik

$$P_H = \frac{1}{2} \rho \cdot \dot{m} \cdot v^2$$

- Daya Listrik

$$P_L = V \cdot I$$

- Efisiensi Turbin

$$\eta_s = \frac{P_L}{P_H} \times 100 \%$$

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan kecepatan aliran air

$$v = \frac{s}{t}$$

$$v = \frac{4,78 \text{ m}}{5 \text{ detik}}$$

$$v = 0,956 \text{ m/s}$$

Perhitungan debit air diperoleh dari:

$$Q = v \cdot A$$

$$Q = v \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (D_1^2 - D_2^2)\right)$$

$$Q = 0,956 \cdot 0,048$$

$$Q = 0,0462 \text{ m}^3/\text{s}$$

Perhitungan laju aliran massa air:

$$T = 27^\circ\text{C}$$

$$\rho = 997,01 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\dot{m} = \rho \times Q$$

$$\dot{m} = 997,01 \times 0,0462$$

$$\dot{m} = 46,09 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

Setelah mendapatkan hasil maka contoh perhitungan beban 10 Watt dapat dilihat

Putaran Turbin (n)	=	169,3 rpm
Arus (I)	=	0,4 A
Tegangan (V)	=	8 V
Debit Air (Q)	=	0,0462 m <sup>3</sup> /s
Kecepatan Aliran Air (v)	=	0,956 m/s
Gravitasi (g)	=	9,806 m/s <sup>2</sup>

Perhitungan Daya Hidrolik (P<sub>H</sub>) dengan menggunakan persamaan rumus:

$$P_H = \frac{1}{2} \times \dot{m} \times v^2$$

$$P_H = \frac{1}{2} \times 46,09 \times 0,956^2$$

$$P_H = 21,06 \text{ Watt}$$

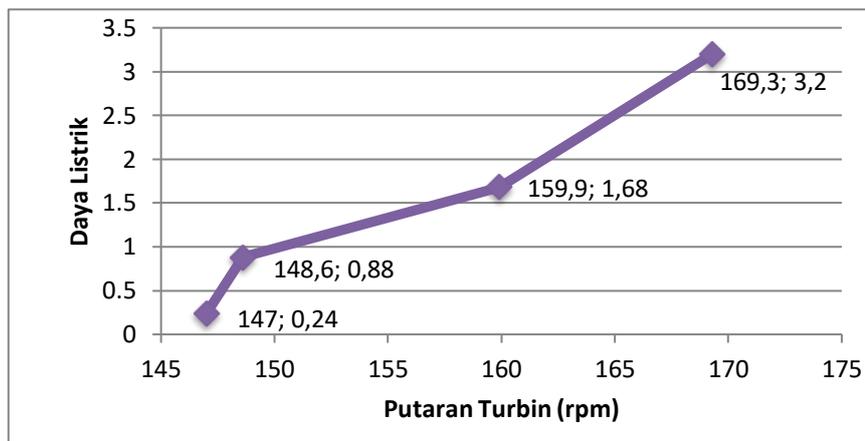
Contoh dari perhitungan Daya Listrik ( $P_L$ ) dihitung dengan menggunakan rumus:

$$P_L = V \times I$$

$$P_L = 8 \times 0,4$$

$$P_L = 3,2 \text{ Watt}$$

Karakteristik putaran turbin terhadap daya listrik

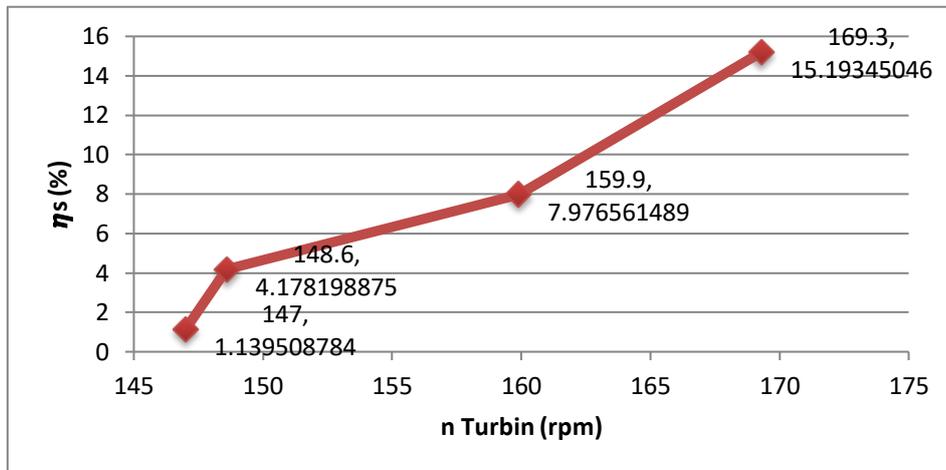


Gambar 3. Hubungan antara Daya listrik dengan putaran turbin

Pada grafik dapat terlihat bahwa daya listrik tertinggi yang dicapai adalah sebesar 3,2 Watt pada putaran turbin sebesar 169,3rpm, dengan debit yang cenderung konstan. Sedangkan putaran terendah yang dihasilkan adalah 147,0 rpm dengan daya listrik sebesar 0,24Watt.

Hal diatas dipengaruhi oleh beban lampu yang semakin tinggi seiring dengan berkurangnya putaran turbin. Sehingga seiring bertambahnya beban putaran turbin yang berputar maka semakin tinggi pula daya listrik yang dihasilkan.

### Karakteristik Putaran Turbin terhadap Efisiensi Sistem



Gambar 4. Karakteristik Putaran Turbin terhadap Efisiensi Sistem

Efisiensi dihasilkan melalui perhitungan daya listrik dibagi dengan daya hidrolis. Daya listrik dipengaruhi oleh tegangan dan arus yang dihasilkan generator. Semakin tinggi daya listrik yang dihasilkan maka semakin tinggi pula efisiensi yang dapat tercapai. Pada grafik diatas terlihat bahwa efisiensi tertinggi sekitar 15,19% didapatkan pada putaran turbin sebesar 169,3rpm.

### SIMPULAN

Pada pengujian turbin ulir dengan menggunakan 1 daun sudu dan sudut kemiringan turbin 30° maka didapatkan Putaran turbin tertinggi adalah 169,3rpm pada beban 10Watt, sedangkan putaran turbin terendah adalah 147,0rpm pada beban lampu 40Watt, dan efisiensi system tertinggi adalah 15,19% pada putaran turbin 169,2rpm yang menghasilkan daya listrik sebesar 3,2Watt dan efisiensi terendah sebesar 1,13% pada putaran turbin 147,0rpm yang menghasilkan daya listrik sebesar 0,24Watt.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Harjo, Herman Budi. dkk. 2014. *Penentuan Dimensi Sudu Turbin dan Sudut Kemiringan Poros Turbin pada Turbin Ulir Archimedes*. Bandung: Politeknik Manufaktur Negeri Bandung. Vol. 36, No. 1.
- [2] <https://arifsh2009.wordpress.com/2014/11/02/generator-dan-motor-dc/diakses tanggal 2 Agustus 2021>.
- [3] Juliana, I Putu, Antonius Ibi Weking dan Lie Jasa. 2018. “*Pengaruh Sudu Kemiringan Turbin Ulir dan Daya Putar Turbin Ulir dan Daya Output pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro*” dalam Majalah Ilmiah Teknologi Elektro, Vol. 17 No. 3, September-Desember 2018.
- [4] Rorres, C., 2000. *The Return of The Screw: Optimal Design of an Archimedes*, Journal of Hydraulic Engineering, 126 (1), 72-80.